

## 03Ep01

### SONICシミュレーションによる日本の原型炉ダイバータにおけるヘリウム排気特性 Performance of helium exhaust in the Japanese DEMO divertor, using SONIC simulation

朝倉伸幸<sup>1</sup>、星野一生<sup>2</sup>、本間裕貴<sup>3</sup>、坂本宜照<sup>3</sup>、原型炉設計合同特別チーム  
Nobuyuki Asakura<sup>1</sup>, Kazuo Hoshino<sup>2</sup>, Yuki Homma<sup>3</sup>, Yoshiteru Sakamoto<sup>3</sup>,  
and Joint Special Design Team for Fusion DEMO

<sup>1</sup>QST那珂、<sup>2</sup>慶應義塾大学、<sup>3</sup>QST六ヶ所  
<sup>1</sup>QST, Naka, <sup>2</sup>Keio University, <sup>3</sup>QST, Rokkasho

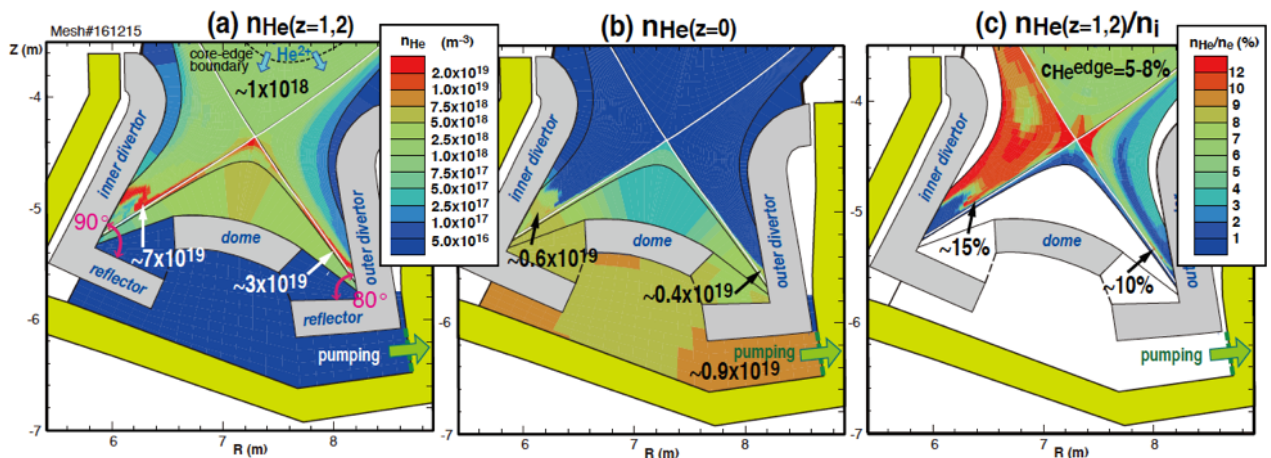
日本の原型炉設計では核融合エネルギーを1.5GW程度に設定しており、生成される高温のヘリウム(He)イオン( $5.3 \times 10^{20} \text{s}^{-1}$ )は主プラズマを加熱した後、水素イオンと共にSOLへ排出される。一方、そのHe灰(原子)がリサイクリングにより主プラズマに再度逆流しないように、ダイバータからHe灰を排出する必要がある。多種の不純物の並列計算が可能となったSONICコードを用い、Arガス入射による非接触ダイバータ生成とHe排出の並列計算を行い、プラズマ中におけるHeの相対密度(イオン密度比:  $C_{\text{He}} = n_{\text{He}}/n_i$ )分布を評価した。

シミュレーションでは図(a)に示す様にHeイオンもプラズマ粒子(ペレット供給による粒子束に相当)と同様に主プラズマ周辺の境界( $r/a=0.95$ )から排出され、それぞれ  $5.3 \times 10^{20} \text{He/s}$ 、 $9.6 \times 10^{21} \text{D/s}$ (比は5.7%)とした。サブダイバータ外側の排気口での排気量に相当する排気率としてD<sub>2</sub>、Ar、Heともに標準値を2%に設定した。粒子及び不純物の拡散は単純な衝突拡散モデル( $D_{\text{imp}}=0.3 \text{m}^2/\text{s}$ )としている。一連の排気計算はリフレクター角度を若干修正したダイバータ形状で実施した。

内側および外側ダイバータでは、それぞれダイバータ板の全面およびストライク点付近で低温( $\sim 1 \text{eV}$ )の非接触プラズマが生成され、イオン化境界に沿ってヘリウム密度は最大  $7 \times 10^{19}$  及び  $3 \times 10^{19} \text{m}^{-3}$  まで増加している。一方、その下流の非接触プラズマ領域でのヘリウム灰の密度は図(b)に示す様に、それぞれ最大  $6 \times 10^{18}$  及び  $4 \times 10^{18} \text{m}^{-3}$  程度まで減少すると共に、サブダイバータの排気口付近では若干増加することがわかる。ここでのHe分圧は( $C_{\text{He}}^{\text{sub-div}} = n_{\text{He}}/n_{\text{D2}}$ )は5%程度に相当する。

主プラズマ周辺及びダイバータ領域での  $C_{\text{He}}$  分布を図(c)に示す。ダイバータ下流のイオン化境界付近での  $C_{\text{He}}^{\text{sol}}$  の内外非対称性は比較的小さい(15%と10%)が、内側ダイバータ上流で  $C_{\text{He}}^{\text{sol}}$  がさらに増加する。一方、主プラズマ周辺部の  $C_{\text{He}}^{\text{edge}}$  (5–8%)は外側SOLの  $C_{\text{He}}^{\text{sol}}$  と同程度で、原型炉設計で想定している値(5–7%)に近く燃料希釈の恐れはないと思われる。

発表では、ガスパフや排気量を増減しプラズマ周辺密度が変化した場合について、非接触ダイバータプラズマの変化と  $C_{\text{He}}^{\text{edge}}$  の関係を報告する。



(a)原型炉ダイバータ(リフレクター角度の修正後)でのHeイオン密度分布およびコア領域からのHe粒子排出、(b)He灰密度分布、および (c) Heのプラズマに対する相対イオン密度分布。